SUR

LA CROISSANCE ET LES COURBURES

DU

PHYCOMYCES NITENS

PAR

G. BULLOT

Extrait des *Annales de la Société belge de Microscopie* (*Mémoires*)
t. XXI, 1897.

BRUXELLES
A. MANCEAUX, LIBRAIRE-ÉDITEUR
3, rue des Minimes, 3
—
1897

IMPERIAL MYCOLOGICAL
27 AUG. 1931
INSTITUTE

à Monsieur [illegible]
Bullot.

SUR

LA CROISSANCE ET LES COURBURES

DU

PHYCOMYCES NITENS

PAR

G. BULLOT

Extrait des *Annales de la Société belge de Microscopie* (*Mémoires*)
t. XXI, 1897.

BRUXELLES
A. MANCEAUX, LIBRAIRE-ÉDITEUR
3, rue des Minimes, 3
—
1897

SUR LA CROISSANCE ET LES COURBURES

DU

PHYCOMYCES NITENS

I

DISTRIBUTION DU PROTOPLASME AU NIVEAU DES COURBURES HÉLIOTROPIQUES ET GÉOTROPIQUES DU FILAMENT SPORANGIFÈRE

Quand la courbure héliotropique ou géotropique du filament sporangifère débute, il n'y a ni accumulation protoplasmique au côté concave ni raréfaction protoplasmique au côté convexe; celles-ci commencent à se montrer dès que la courbure s'accentue et augmentent alors rapidement.

Lorsque Kohl (1) en 1885 eût montré qu'il se produit une accumulation de protoplasme au côté concave et une raréfaction au côté convexe des courbures géotropiques et héliotropiques du filament sporangifère du *Phycomyces nitens* et qu'il eût cru y trouver la cause immédiate de ces courbures, Elfving (2) fit voir que le

(1) Kohl : *Plasmavertheilung und Krümmungserscheinungen.* (Forschungen aus dem bot. Garten zu Marburg, 1885).

(2) Elfving : *Zur Kenntniss der Krümmungserscheinungen der Pflanzen.* (Ofversigt af finska vetenskaps Societetens. Forhandlingar, 1887-88).

même phénomène s'accomplit si on oblige mécaniquement le filament à se courber et en conclut, qu'on ne peut considérer comme cause dans un cas, ce qui est un effet dans l'autre.

Les auteurs comme Wortmann (1), dont l'observation d'Elfving contrariait les opinions sur les courbures des végétaux supérieurs, n'en tinrent pas suffisamment compte; ceux aux idées desquels elle était favorable l'admirent sans restriction. En effet Kohl (2), convaincu par Elfving, explique les courbures des végétaux supérieurs sans avoir recours aux déplacements protoplasmiques, qui pour lui surviennent après les courbures. Il n'est cependant pas impossible que plusieurs facteurs produisent cette modification dans la répartition du protoplasme, d'une part elle pourrait être due à l'influence d'un excitant extérieur, d'autre part aux conditions mécaniques fournies par la courbure elle-même. C'est pourquoi il y a lieu de rechercher sur des filaments soumis à une action géotropique ou héliotropique si réellement l'accumulation et la raréfaction protoplasmiques, ne se manifestent pas avant la courbure ou tout au début de celle-ci.

Afin d'examiner sous le microscope la zone de courbure dans toute son intégrité, on procède de la façon suivante :

Des tranches de pain épaisses de 1 centimètre et stérilisées à la flamme du gaz sont arrosées de jus de pruneaux et ensemencées. Chacune d'elles est placée sur une plaque de verre dans une assiette recouverte d'une cloche de verre; le fond de l'assiette est humecté d'eau

(1) Wortmann : *Zur Kenntniss der Reizbewegungen* (Botanische Zeitung, 1887).

(2) Kohl : *Die Mechanik der Reizkrümmungen*. Marburg, 1894.

pour que l'atmosphère intérieure de la cloche soit constamment humide. Enfin un support stérilisé, un vase de Petri par exemple, est interposé entre le fond de l'assiette et la plaque pour que l'eau ne mouille pas celle-ci. Les cultures ainsi préparées sont mises à l'obscurité à une température moyenne de 20°. Lorsque le mycélium s'est étendu sur toute la surface du pain et que les filaments sporangifères ont atteint plusieurs centimètres de hauteur, ces derniers sont arrachés en masse à l'aide d'une pince flambée et la tranche de pain est partagée en cubes de 1 centimètre de côté environ. 36 heures après les cubes se sont recouverts de nouveaux filaments sporangifères déjà arrivés à la 4e période (1), c'est-à-dire à leur phase de croissance la plus active. On choisit sur chacun d'eux un filament bien vigoureux qui soit placé près d'un des bords et on écarte tous les autres en les rabattant contre les différentes faces, opération aisée, car les filaments de la seconde poussée sont beaucoup moins nombreux que ceux de la première. Les morceaux de pain sont alors placés sous une cloche en verre recouverte de papier noir et présentant une fenêtre linéaire à grand diamètre vertical, de telle manière que le bord près duquel se trouve le filament soit dirigé vers la fente qui donne accès à la lumière d'un bec de gaz situé à 50 centimètres de la fenêtre de la cloche. Il en résulte que le plan de la courbure héliotropique ultérieure est sensiblement parallèle à la face latérale près de laquelle le filament est implanté. Après une demi-heure d'exposition, on soulève de temps en temps la cloche, et chaque fois que le filament d'un des cubes

(1) Errera : *Die grosse Wachsthumsperiode bei den Fruchtträgern von Phycomyces.* Botanische Zeitung, 1884.

commence à se courber, on transporte ce cube sous le microscope. Dans les intervalles où aucune nouvelle courbure ne se présente, on examine des filaments encore droits. Les observations portent donc sur des tubes sporangifères non encore courbés ou tout au début de leur courbure. Le porte-objet dont on se sert se compose (fig. 1) :

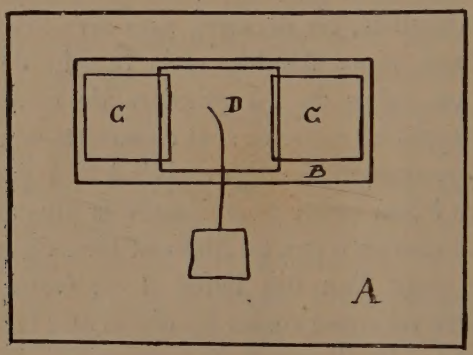


Fig. 1.

1° D'un grande lame de verre A.

2° D'un lame plus petite B (porte-objet ordinaire) collée sur la grande lame.

3° De deux petits carrés de verre C d'une épaisseur supérieure à l'épaisseur du filament et fixés sur les deux extrémités de ce porte-objet. On peut ainsi, en couchant celle des deux faces du cube parallèles au plan de la courbure qui est située près du filament, faire en sorte que le filament repose suivant son plan de courbure sur la lame B sans qu'il ait subi de torsion d'aucune sorte. Les deux petits carrés de verre sont destinés à supporter le couvre-objet et à l'empêcher de comprimer le filament; on a du reste soin de débarrasser celui-ci de son sporange

par attouchement au moment de l'examiner. On s'est assuré que cette opération ne modifie en rien la distribution du protoplasme. Enfin en examinant non pas dans l'eau qui est trop mobile et provoque des déplacements du filament, mais dans une solution de gélatine à 5 p. 100, maintenue liquide à une température de 20° à 25° et en plaçant convenablement le couvre-objet, on arrive à observer le filament sans qu'il ait pour ainsi dire bougé. Sur 10 filaments encore droits, pas un ne montre de modification protoplasmique appréciable à un grossissement de 400 diamètres au niveau de la zone de courbure. Sur 12 filaments présentant un début de courbure 8 donnent le même résultat (Pl. III, fig. 1), 4 présentent une très légère accumulation au côté concave, une très légère raréfaction au côté convexe, mais ils ont une courbure plus accentuée que les autres (Pl. III, fig. 2).

Les 8 premiers ont respectivement pour durée d'exposition : 3/4 h., 3/4 h., 1 h., 1 h., 1 1/6 h., 1 1/4 h., 1 1/2 h., 1 1/2 h. Les 4 derniers : 1/2 h., 1 h. 1 1/2 h., 2 h.

Des filaments examinés une demi-heure après le commencement de la courbure montrent le plus souvent une accumulation et une raréfaction très prononcées.

D'un autre côté une série des filaments soumis à l'action géotropique et examinés dans des conditions identiques fournissent des résultats analogues.

Donc si l'accumulation n'existe pas au début de la courbure au côté concave, elle se produit pourtant rapidement dès que celle-ci augmente. Une raréfaction du protoplasme du côté convexe l'accompagne constamment, débute en même temps qu'elle et s'accentue simultanément.

II

EFFETS DE L'ABLATION DU SPORANGE PENDANT LA 4e PÉRIODE DE CROISSANCE

Lorsqu'on enlève par attouchement le sporange adulte d'un filament durant la quatrième période de croissance, en général la croissance de ce filament se ralentit aussitôt ou se ralentit bientôt pour cesser complètement au bout de 1 à 3 heures. Quelques heures plus tard se forme un rameau dans l'ancienne zone de croissance. Souvent d'autres rameaux se développent dans la même zone. C'est seulement après, qu'une cloison transversale prend naissance dans le filament au-dessus du point d'insertion du rameau : elle peut manquer. Exceptionnellement la croissance continue; il ne se produit alors ni rameau ni cloison.

Errera (1) cite le cas de rameaux latéraux survenant dans la zone de croissance des filaments fructifères à la suite de l'ablation du sporange. Il ajoute que l'apparition de ces rameaux est accompagnée d'un arrêt de croissance du filament et de la formation d'une cloison située au-dessus du point d'attache du rameau.

Quel est l'ordre dans lequel se succèdent ces phénomènes? La production du rameau est-elle antérieure ou postérieure à l'arrêt de croissance, et la cloison elle-même se forme-t-elle avant ou après le rameau?

Des filaments à la quatrième période sont isolés sur de petits cubes de pain suivant la méthode décrite plus

(1) Errera : *Loc. cit.*

haut. Ils sont maintenus à l'obscurité sous une cloche à atmosphère humide. Avant d'enlever leur sporange, on s'assure de leur croissance. A cet effet, on les touche à quelque distance en-dessous du sporange à l'aide d'une aiguille chargée d'encre de Chine. Quelques particules adhèrent au filament et l'on choisit l'une d'elles comme point de repère. On mesure au microscope horizontal (Zeiss : objectif a_3 oculaire 3) la distance qui la sépare de la partie inférieure du sporange. Cette distance est mesurée une demi-heure plus tard, ce qui fournit la valeur de la croissance de la portion envisagée pendant une demi-heure. Les mensurations sont faites à la lumière du gaz. Elles ne demandent en moyenne qu'une minute. Dans l'intervalle des mensurations les filaments sont gardés à l'obscurité. Les filaments dont la croissance est bien constatée, sont immédiatement après la deuxième mensuration, débarrassés de leur sporange. Cela s'exécute très facilement, pourvu que les filaments aient atteint leur quatrième période de croissance depuis plusieurs heures; la membrane du sporange est alors très friable et, si on frôle légèrement le sporange à l'aide d'une aiguille, elle adhère à l'aiguille qui l'entraîne. La columelle intacte reste attachée au filament. Au début de la quatrième période, le sporange est encore trop résistant et toutes les tentatives sont inutiles. L'opération achevée, les filaments sont régulièrement mesurés de demi-heure en demi-heure jusqu'à ce que l'arrêt de croissance soit définitif.

Le tableau suivant donne les résultats de ces mensurations pratiquées sur 12 filaments et indiquées en divisions du micromètre oculaire :

	Début.	1/2 h. après enlèvement du sporange.	1/2 h. après enlèvement du sporange.	1 h. après enlèvement du sporange.	1 1/2 h. après enlèvement du sporange.	2 h. après enlèvement du sporange.	21/2 h. après enlèvement du sporange.		24 heures après.
1	19	24	24	24	24	24	24	Arrêt net de croissance après ablation du sporange. — La zone de croissance s'est aplatie.	24. Pas de rameau.
2	29	30	31	31	31	31	31	Arrêt au bout de 1/2 heure — Croissance faible avant.	30. Un rameau.
3	23.5	29.5	38	44	47	48	49	Arrêt au bout de 3 heures. — Croissance plus grande après, puis diminue.	50. Un rameau.
4	30	41	52	57	59	59	59	Arrêt au bout de 1 1/2 heure. Croissance égale première 1/2 heure, puis allant en diminuant rapidement.	59. Deux rameaux.
5	23	30	30	30	30	30	30	Arrêt net de croissance.	31. Un rameau.
6	27	33	40	43	44	44	44	Arrêt au bout de 2 heures. — Croissance égale première 1/2 heure, puis allant en diminuant rapidement.	44. Deux rameaux.
7	30	33.5	37	36	36	36	36	Arrêt au bout de 1 heure. — Croissance égale première 1/2 heure, puis arrêt.	36. Un rameau.
8	18	20	23	23	22	24	22	Arrêt au bout de 1/2 heure. — Croissance égale première 1/2 heure, puis arrêt et zone de croissance recroquevillée.	Pas de rameau.
9	38	42	41	41	41	41	41	Arrêt net de croissance.	42. Un rameau
10	23	29.5	31	31	34	35.5	36.5	Arrêt au bout de 1 1/2 heure. — Croissance moindre première 1/2 heure, puis allant en diminuant.	36. Deux rameaux.
11	14.5	30	35	40	41	41	41	Arrêt au bout de 2 heures. — Croissance moindre première 1/2 heure, puis arrêt et reprise.	42. Un rameau.
12	19.5	28	34	37				La croissance ne s'est pas arrêtée, ce qu'indique le chiffre du lendemain.	170. Pas de rameau.

Ce tableau fait voir qu'en général, le ralentissement de la croissance arrive rapidement après l'ablation du sporange; à l'exception d'un cas (n° 12), le temps le plus long pendant lequel elle a persisté tout en s'affaiblissant graduellement, est de 3 heures. Parfois même l'arrêt est immédiat. Lorsqu'il s'est produit, la portion sous sporangiale du filament qui constituait la zone de croissance a acquis la rigidité des parties qui ne croissent plus dans le filament normal : en effet, en touchant à l'aide d'une aiguille chauffée au feu la partie inférieure du filament de manière à faire tomber brusquement la turgescence (1), la portion sous-sporangiale ne s'incline plus, phènomène qui s'accomplit toujours dans les filaments en voie de croissance. Dans ces conditions le filament ne se courbe plus sous l'influence de la lumière ou de la pesanteur, mais la courbure se produit régulièrement si on le soumet à la lumière ou à la pesanteur tout de suite après l'ablation du sporange.

La croissance étant arrêtée, on ne constate pas encore la moindre trace de rameau. Dans un cas il s'est montré quatre heures après l'enlèvement du sporange : ce temps paraît être un minimum. Chaque fois qu'un rameau s'est développé, cela s'est fait dans les 12 premières heures. On voit ici que sur 12 filaments, 9 ont donné des rameaux et 3 parmi ceux-ci en ont même donné deux. Des trois filaments restés sans rameaux, l'un a continué sa croissance, les deux autres ont subi un ratatinement ou dessèchement de la zone sous-sporangiale quelques heures après l'enlèvement du sporange.

Il faut ajouter ici que dans d'autres cas où les mensurations ne furent pas pratiquées, mais où il fut facile de

(1) Errera : *Loc. cit.*

constater l'arrêt de croissance, aucun rameau ne se produisit, bien que la zone de croissance demeurât intacte. L'examen microscopique pratiqué deux jours après l'enlèvement du sporange, montra que le protoplasme avait son aspect normal mais, les mouvements des granulations étaient très lents.

Le rameau naît souvent dans les parties supérieures de l'ancienne zone de croissance, presque immédiatement au-dessous de l'ampoule sous-sporangiale lorsqu'elle existe, bref dans la région où la croissance était la plus active et la membrane la moins résistante. Quand deux rameaux se forment, ils peuvent prendre naissance au même niveau ou à des niveaux différents.

La cloison ne se produit qu'après le rameau. Elle existe presque toujours déjà sur des filaments ayant été privés de leur sporange 24 heures avant et sur lesquels s'est développé un rameau. Il est des cas pourtant où, malgré la présence d'un rameau, la cloison n'apparaît pas. Elle est courbe et sa convexité est tournée vers la columelle. Elle est située au-dessus du point d'insertion du rameau. Parfois plusieurs cloisons se forment à une petite distance les unes des autres ; l'espace compris entre elles est dépourvu de protoplasme. Quand deux rameaux prennent naissance, il n'est pas rare de voir une cloison se produire entre le premier et le deuxième. Les substances nutritives cessent alors d'arriver dans le rameau supérieur qui ne tarde pas à mourir, l'autre, au contraire, continue son développement.

Les bandes protoplasmiques situées du côté du point d'insertion du rameau, en passant du filament dans le rameau, sont déviées en partie, de manière à former une légère accumulation au niveau de la concavité inférieure

de la base du rameau. Les bandes, situées du côté opposé, continuent leur trajet jusque sur la cloison. Le protoplasme, situé au-dessus de la cloison périt, faute de nourriture et la membrane de la columelle se modifie au point qu'assez souvent un léger frottement suffit pour la détacher. Dans ce cas la membrane de la columelle acquiert la friabilité que la membrane du sporange acquiert elle-même, quand la columelle s'est formée depuis un certain temps.

Des filaments à rameau âgé de plusieurs jours, montrent une coloration de la membrane tout à fait différente de part et d'autre de la cloison; tandis que la partie située en dessous est gris-verdâtre comme le filament normal adulte, la partie située au-dessus reste incolore. La limite est rigoureusement établie par la cloison. Il s'agit là d'une modification visiblement due au protoplasme vivant.

Les rameaux sont géotropiques et héliotropiques comme les filaments; quand ils naissent à deux ou trois sur un filament ils se mettent tous dans la direction de la verticale. Ils donnent bientôt naissance à un sporange dont l'ablation provoque l'apparition d'un rameau secondaire sur leur zone de croissance. Ce rameau secondaire est lui-même susceptible de donner par le même moyen un rameau tertiaire également pourvu d'un sporange. En ce qui concerne la cause de l'arrêt de croissance consécutif à l'ablation du sporange, on peut se demander s'il est dû à une diminution de turgescence occasionnée par la mise à nu de la columelle par où filtrerait une trop grande quantité d'eau, ou bien à une excitation du protoplasme telle qu'elle diminuerait d'abord l'extensibilité de la membrane et puis la supprimerait. La pre-

mière hypothèse est suggérée par le fait que souvent au bout de peu d'heures, la columelle baigne dans une gouttelette d'eau expulsée, alors que dans les circonstances ordinaires, ce phénomène se présente exceptionnellement. La deuxième hypothèse par cet autre fait qu'il suffit de frotter pendant un instant la zone de croissance pour obtenir une courbure haptotropique à concavité correspondant au côté touché. Ceci montre que le protoplasme de la zone de croissance est très facilement influencé par les agents mécaniques. Cependant des frictions plus énergiques, exercées à plusieurs reprises des différents côtés de la zone de croissance dans l'espace de plus d'une demi-heure n'arrêtent pas la croissance à condition de respecter le sporange. La croissance continue toujours et il ne se produit que des courbures variées. Au sujet de la formation des rameaux des expériences ont été faites pour constater si des agents externes, tels que la lumière unilatérale et la pesanteur, limiteraient leur production à tel ou tel côté de la zone de croissance. Les résultats ont été constamment négatifs : les rameaux sont nés de tous les côtés.

III

SUR L'ACTION RÉCIPROQUE DE DEUX MYCÉLIUMS QUI SE RENCONTRENT

Lorsque deux mycéliums, pris à une époque quelconque de leur développement, arrivent en contact, leur croissance s'arrête ou ne tarde pas à s'arrêter. Cet arrêt de croissance est constamment accompagné d'un amincissement graduel de l'extrémité des filaments.

Reinhardt (1) a étudié l'action de mycéliums de différentes espèces de *Peziza*, de *Penicillium glaucum*, d'*Aspergillus niger* et de différentes Mucorinées l'un sur l'autre. Lorsque deux d'entre eux se rencontrent, l'un des deux cesse de croître et les extrémités de ses branches sont le siège d'altérations morphologiques diverses, telles que renflement, formation anormale de branches, amincissement. Ces actions d'arrêt s'exercent déjà entre deux espèces distinctes de *Peziza*, tandis qu'elles ne se produisent pas entre deux mycéliums d'une même espèce de *Peziza*, car ils poussent l'un à travers l'autre sans être influencés. Tel n'est point le cas pour le *Phycomyces nitens*.

Des cultures sont faites sur des plaques de verre recouvertes d'une couche mince de gélatine à 15 p. 100 renfermant 15 p. 100 de jus de pruneaux ou un mélange de glycose de peptone et de plusieurs sels minéraux. On se sert pour ensemencer, et afin que les spores soit suffisamment distantes, d'eau stérilisée tenant en suspension quelques spores (un sporange pour 100 c.c. d'eau).

On arrose largement avec ce liquide et on en fait aussitôt écouler l'excès en inclinant la plaque. Deux jours après, à une température de 20° à 24°, on voit çà et là de jeunes mycéliums, chacun provenant d'une seule spore, dont les branches sont appliquées contre la surface de la gélatine ou pénètrent dans son épaisseur mais dont aucune encore ne forme de mycélium aérien.

Certains de ces mycéliums se sont déjà rencontrés depuis quelque temps, et l'on voit une différence marquée entre le développement des branches qui ont atteint la

(1) Reinhardt. *Das wachsthum der Pilzhyphen* (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 1892.

ligne de rencontre et ne la dépassent pas et celui des branches des portions libres de la périphérie dont la croissance continue. Vues au microscope, les extrémités des branches qui croissent en dehors de la ligne de rencontre sont d'un calibre sensiblement supérieur à celles des autres qui sont amincies et effilées et *ne pénètrent pas* entre les branches du côté opposé. Il s'agit bien d'un arrêt définitif de croissance et non d'un ralentissement, car, si on les examine les jours suivants, on les retrouve dans le même état et à la même place.

Lorsque des mycéliums, plus âgés, se rencontrent, le même phénomène se produit et l'on voit à l'œil nu une ligne de séparation claire et rigoureusement droite qui augmente de longueur à mesure que les mycéliums continuent à se développer. Il y a cependant quelques filaments dans cette région, car ici l'arrêt ne se fait pas aussi rapidement que pour les jeunes mycéliums. Le microscope la montre traversée par des filaments déjà amincis; chacun de ces filaments pénètre dans le mycélium voisin en continuant à s'amincir, et s'arrête bientôt après avoir acquis une grande ténuité. Pendant ce trajet il émet encore des branches à développement restreint faisant avec lui un angle aigu, ouvert en dehors suivant la règle.

IV

SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES RELATIFS AUX FILAMENTS SPORANGIFÈRES

1. *Les filaments sporangifères soumis dès le début à une lumière continue ont une croissance plus rapide que ceux qui poussent à l'obscurité.*

Vines (1), en soumettant des filaments fructifères à des alternatives d'obscurité et de lumière d'une demi-heure de durée, a constaté que la croissance se ralentit considérablement toutes les fois que le filament est à la lumière et s'accélère quand il est replacé à l'obscurité.

Cette action retardatrice ne se vérifie plus si on expose le filament à la lumière d'une façon permanente dès le début de son développement, et si on le compare à un autre filament placé à l'obscurité et s'étant développé en même temps que lui. Dans ces conditions en effet, la croissance du filament soumis à la lumière l'emporte sur la croissance du filament placé à l'obscurité.

Pour le démontrer, on opère de la façon suivante : On dispose dans une chambre noire à proximité d'un bec Auer deux cultures qui viennent d'être ensemencées sur gélatine nutritive. Elles sont placées sous des cloches de verre (dont l'une est recouverte d'un drap noir) à des distances du bec, telles que la température ne dépasse pas 25° sous les cloches. De plus, comme la lumière en traversant le verre se transforme en partie en chaleur, il faut pour que la température de la cloche obscure ne soit pas inférieure à celle de la cloche éclairée, que cette dernière soit plus éloignée du bec; on détermine cet éloignement par tâtonnements. Des thermomètres sont placés sous les deux cloches : au moment où l'on commence l'expérience, la cloche obscure indique 21°8, la cloche éclairée 21°3 donc 0°5 en plus dans la cloche obscure, ce qui ne peut que contribuer à accélérer la croissance des filaments fructifères de cette cloche et

(1) Vines : *Influence of light upon the growth of unicellular organs.* Sachs Arbeiten. Wurzburg, tome II, 1882.

n'offre par conséquent aucun inconvénient dans le cas actuel. Les jours suivants la température oscille entre 21° et 24°, mais toujours en restant supérieure d'à peu près 0°5 sous la cloche obscure. Enfin la culture éclairée n'est pas placée à la hauteur du bec mais le plus possible en dessous, de manière que les courbures héliotropiques se fassent peu sentir. Le développement du mycelium se fait avec la même rapidité dans les deux cultures ; du reste de nombreuses constatations confirment ce fait déjà énoncé par Reinhardt : la lumière n'a pas d'action sur la vitesse de croissance du mycélium. Les filaments sporangifères apparaissent en même temps dans les deux cultures : en même temps se forment les sporanges. Ce n'est qu'au cours de la quatrième période qu'on constate des différences : ainsi lorsque les filaments sporangifères de la culture obscure ont 4 centimètres de longueur, ils en ont 4 1/2 à 5 dans l'autre. Le lendemain la différence peut être de 2 à 3 centimètres.

Cette expérience recommencée plusieurs fois a donné des résultats constants. Il en est de même si on utilise la lumière solaire diffuse; mais ici on peut invoquer qu'ils sont dus à ce que la température est plus élevée sous la cloche éclairée (1° à 1°,5). On n'a pas constaté de développements de Bactéries ou de moisissures étrangères sur la gélatine; leur influence ne saurait donc être invoquée pour expliquer les faits observés.

2. *Les filaments sporangifères au cours de la première période présentent tout à coup un géotropisme qui l'emporte complètement sur l'héliotropisme, de telle sorte qu'ils prennent la direction de la verticale alors que*

d'habitude leur angle limite héliotropique est de 0° (1). *Cet angle redevient nul pendant les premières heures de la quatrième période.*

Ce phénomène se constate bien sur des filaments qui, croissant dans une atmosphère *très humide*, atteignent deux ou trois centimètres de hauteur avant de donner leur sporange. A cet effet des cultures sur gélatine placées verticalement sont mises sous des cloches à atmosphère très humide à des distances d'un bec Auer variant de 40 centimètres à 2 mètres. Les filaments sporangifères poussent d'abord perpendiculairement au substratum et exactement dans la direction de la lumière. Leur hydrotropisme négatif doit d'ailleurs agir ici dans le même sens que l'action lumineuse. Lorsqu'ils ont atteint un centimètre de hauteur environ, on les voit se redresser en exécutant une courbure à petit rayon qui les met dans une position exactement verticale. Après avoir poussé encore pendant quelque temps dans cette direction, ils donnent leur sporange puis reprennent leur croissance, et ce n'est que plusieurs heures plus tard qu'il le dirigent vers la lumière, l'héliotropisme l'emportant de nouveau et définitivement sur le géotropisme.

3. *Très fréquemment, les filaments sporangifères émis par un mycélium croissant sur gélatine forment des cercles concentriques, sortes de ronds de sorcière, séparés par des zones à peu près complètement dépourvues de filaments sporangifères.*

(1) Czapek : *Ueber Zusammenwirkung von Geotropismus und Heliotropismus.* Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Math.-naturw. Classe. Bd CIV, 1895.

Toutes les recherches faites pour constater des différences dans la structure du mycelium de ces zones fertiles et stériles sont demeurées sans résultat.

Les ampoules mycéliennes sont aussi nombreuses dans les unes que dans les autres. Ces cercles ne correspondent pas à des alternations de croissance diurne et nocturne. Le même phénomène se présente souvent chez beaucoup d'autres moisissures.

4. Dans beaucoup de cultures il se produit au début de la quatrième période une petite dilatation sous-sporangiale qui ne s'allonge pas et est souvent colorée en bleu foncé, alors que la zone de croissanee située sous elle est incolore.

Certaines cultures présentent cette ampoule sur presque tous leurs filaments. D'autres en sont totalement dépourvues. Il faut la distinguer de l'ampoule sous-sporangiale signalée par Dewèvre (1) qui, elle, se développe dans toute l'étendue de la zone de croissance et dont le développement est toujours accompagné d'un arrêt de croissance du filament.

La figure 3 donne une idée de l'ampoule dont il est question ici. Elle est presque invisible à l'œil nu. Primitivement incolore, elle ne se colore en bleu foncé que plus tard ; parfois même, ne se colore pas. Sa membrane est rigide. On le démontre en plongeant le filament dans l'alcool : la zone de croissance et les parties situées plus bas se ratatinent, l'ampoule ne se modifie pas. D'autres faits semblaient du reste l'indiquer : 1° elle

(1) DEWÈVRE : *Recherches expérimentales sur le Phycomyces.* Comptes rendus de la Société royale de Botanique de Belgique, 1891.

conserve sa forme et ses dimensions pendant toute la durée de la croissance du filament; 2° quand dans certaines conditions la zone de croissance se renfle aussi en ampoule, il se forme une ligne de démarcation nette entre elles, sous forme d'étranglement (fig. 5); 3° les rameaux latéraux qui se développent à la suite de l'ablation du sporange ne naissent jamais sur cette ampoule.

Souvent le protoplasme de cette région, au lieu de tapisser la membrane sous forme d'une couche épaisse et granuleuse, comme c'est toujours le cas pour la zone de croissance, est constitué par des bandes droites qui pénètrent dans la columelle suivant différentes directions. (fig. 3).

5. *Dans beaucoup de cas d'arrêt de croissance des filaments sporangifères, les bandes protoplasmiques au lieu de courir parallèlement à l'axe du filament, comme dans les filaments normaux, se disposent en hélice à tours plus ou moins rapprochés.*

C'est la règle dans les cas où l'arrêt de croissance coïncide avec le développement de la dilatation ampullaire de la zone de croissance (fig. 5). On constate en effet que les bandes protoplasmiques qui commencent à se montrer vers la partie médiane de l'ampoule, prennent immédiatement une direction oblique tout en restant accolées à la membrane, de manière à décrire une hélice. L'obliquité de ces bandes par rapport à l'axe est plus ou moins grande suivant le filament et la région considérés (fig. 4).

La figure 4 représente un filament dont en un point, une des bandes est même dirigée perpendiculairement à

l'axe. La couche protoplasmique n'est jamais plus épaisse que dans les filaments normaux. Les mouvements y sont lents. On peut se demander, si cette déviation des bandes protoplasmiques n'est pas due à une poussée venant d'en bas et produite par l'afflux du protoplasme, qui continuerait pendant un certain temps au moins à passer du mycélium dans le filament comme cela arrive dans les filaments en voie de croissance.

La forme de l'ampoule, qui a l'aspect d'une poire à grosse extrémité dirigée vers le haut, est en rapport avec les données fournies par Laurent (1) sur l'inégale extensibilité de la membrane aux différents niveaux de la zone de croissance. C'est dans les portions supérieures, en effet, que la membrane est de beaucoup plus extensible. Jamais cette ampoule ne se colore. Presque jamais, les filaments qui la possèdent ne donnent naissance à des rameaux latéraux bien que leur croissance soit arrêtée.

L'obliquité des bandes protoplasmiques est également très fréquente dans les cas où l'arrêt de croissance est dû à une rupture spontanée de la membrane au sommet du filament et où des rameaux se développent consécutivement (fig. 6).

6. *Rameaux nés sur des filaments présentant au cours de la* 1re *ou de la* 2e *période une rupture spontanée de la membrane du sommet.*

Dewèvre signale des filaments présentant spontanément des rameaux dans des cultures vieilles de plusieurs jours faites sur gélatine contenant du moût de bière. Des

(1) Laurent : *Études sur la turgescence chez les Phycomyces.* Bulletin de l'Académie royale de Belgique. Tome X, 1885.

cultures sur jus de pruneaux peuvent également leur donner naissance, rarement il est vrai. Ces filaments n'ont pas encore formé leur sporange ou sont au début de sa formation. Ils montrent tous à leur extrémité des débris protoplasmiques accolés à la partie externe de la membrane, indice de la rupture de celle-ci à ce niveau. Comme la même rupture s'observe sur beaucoup de filaments qui n'ont pas donné de rameau, on peut en conclure que l'apparition du rameau est consécutive à la rupture. Certains d'entre eux présentent, comme le dit Dewèvre une cloison transversale au-dessus du point d'insertion du rameau. La figure 6 montre un rameau né sur la cloison même et s'engageant dans la portion terminale nécrosée du filament. Le nombre des rameaux est très variable : la figure 7 représente un filament qui en a produit 7.

Ce travail a été fait avec les conseils de M. Errera, et de MM. Massart et Clautriau.

Institut botanique de Bruxelles.

12 août, 1896.

EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE III

Fig. 1. — Courbure d'un filament sporangifère après 1 1/2 heure d'action héliotropique. Pas d'accumulation protoplasmique au côté concave.

Fig. 2. — Courbure plus marquée après 1/2 heure d'action héliotropique seulement. Très légère accumulation au côté concave.

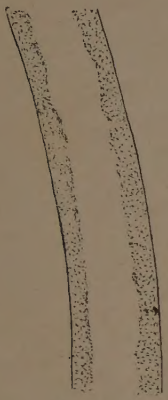
Fig. 3. — Ampoule sous-sporangiale.

Fig. 4. — Schématique. Portion d'un filament sporangifère à zone de croissance ampullaire. La paroi supérieure est mise au point.

Fig. 5. — Demi-schématique : filament à zone de croissance ampullaire. La paroi supérieure est mise au point.

Fig. 6. — Demi-schématique : filament sporangifère à rupture terminale montrant un rameau né sur la cloison transversale.

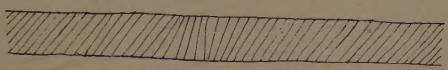
Fig. 7. — Filament sporangifère montrant 7 rameaux développés à la suite d'une rupture de son extrémité.



1

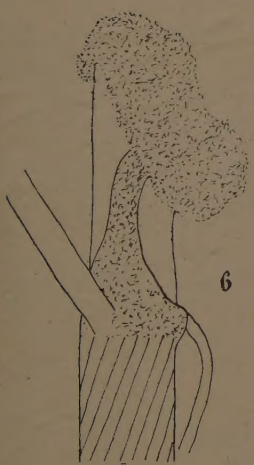
2

3

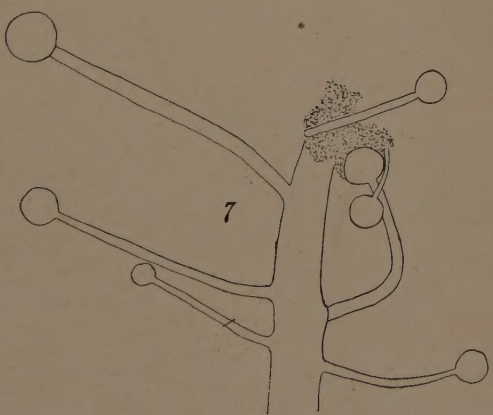


4

5



6



7

G. Bullot, ad. nat. del.